



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 196 35 229 A 1

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
H 04 R 25/00

21 Aktenzeichen: 196 35 229.0  
22 Anmeldetag: 30. 8. 96  
43 Offenlegungstag: 12. 3. 98

DE 196 35 229 A 1

71 Anmelder:  
Siemens Audiologische Technik GmbH, 91058  
Erlangen, DE

74 Vertreter:  
Fuchs, F., Dr.-Ing., Pat.-Anw., 81541 München

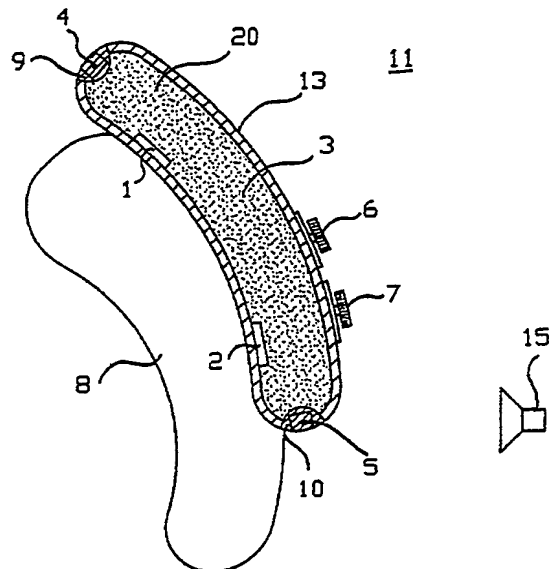
72 Erfinder:  
Martin, Raimund, Dipl.-Ing., 91330 Eggolsheim, DE;  
Sauer, Joseph, Dipl.-Ing. (FH), 96129 Strullendorf,  
DE

56 Entgegenhaltungen:  
DE-AS 23 37 078  
EP 04 99 699 B1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Richtungsempfindliche Hörhilfe

57 Die Erfindung betrifft eine richtungsempfindliche Hörhilfe 11 mit einem Gehäuse 8, mindestens einer Signalverarbeitungseinrichtung, mindestens einem mit der Signalverarbeitungseinrichtung in Verbindung stehenden Mikrofon 1 und mindestens einer Schallöffnung, z. B. 4. Zur Lösung der Aufgabe, bei verbessertem Schutz vor Verschmutzung, vereinfachter Anordnung von Bedienelementen 6, 7 sowie wirksamer Möglichkeit einer Abschirmung gegen elektromagnetische Störungen bei bleibender guter Richtwirkung wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, die Hörhilfe 11 mit einem Schallkanal 3 auszustatten, wobei der Schallkanal 3 mindestens zwei Öffnungen 4, 5 umfaßt und entlang des Schallkanals 3 mindestens zwei Mikrofone 1, 2 positioniert sind, über die der Schall innerhalb des Schallkanals 3 erfaßbar ist und anhand der Schallaufzeitunterschiede innerhalb des Schallkanals 3 die Richtung des Schalls feststellbar ist.



DE 196 35 229 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine richtungsempfindliche Hörhilfe mit einem Gehäuse, mindestens einer Signalverarbeitungseinrichtung, mindestens einem mit der Signalverarbeitungseinrichtung in Verbindung stehenden Mikrofon sowie mindestens einer Schallöffnung.

Aus der DE-AS 23 37 078 ist eine richtungsempfindliche Hörhilfe mit einem in einem Gehäuse angeordneten Richtmikrofon mit zwei räumlich getrennten Schalleingängen bekannt, die mit räumlich getrennten Schallöffnungen zum Eintritt des Schalls in die Hörhilfe akustisch verbunden sind. Das Richtmikrofon erkennt anhand des Laufzeitunterschieds von auf die Schalleingänge des Richtmikrofons auftreffenden Schallwellen die Richtung des Schallsignals. Diese bekannte Hörhilfe erfordert demzufolge den Einsatz von Richtmikrofonen.

Aus der EP 0 499 699 B1 ist ein Hörgerät mit zwei Mikrofonen bekannt, bei dem jedem Mikrofon eine eigene Schalleintrittsöffnung zugeordnet ist und durch Feststellung des Laufzeitunterschieds der eintreffenden Schallwellen die Richtung einer Schallwelle feststellbar ist. Die Schalleintrittsöffnungen sind bei diesem Hörgerät an der Oberseite angeordnet, wodurch diese einerseits leicht verschmutzen, andererseits durch ihre Positionierung die Gestaltungsmöglichkeiten bezüglich Design und Bedienkomfort beschränken. Zusätzlich ist dieses Hörgerät aufgrund der im Bedienbereich anzuordnenden Schalleintrittsöffnungen schlecht gegen elektromagnetische Störfelder (z. B. durch Funktelefone) abschirmbar.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine richtungsempfindliche Hörhilfe mit guter Richtwirkung zur Verfügung zu stellen, welche einen verbesserten Schutz vor Verschmutzung der Schalleintrittsöffnungen bietet, umfassende Möglichkeiten der Anordnung von Bedienungseinrichtungen gewährleistet und eine gute Abschirmung gegen elektromagnetische Störfelder ermöglicht.

Diese Aufgabe wird bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung durch den kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen 2—20.

Die erfindungsgemäße Hörhilfe zeichnet sich darin aus, daß sie einen Schallkanal aufweist, welcher mindestens zwei Schallöffnungen umfaßt. Innerhalb des Schallkanals sind desweiteren mindestens zwei Mikrofone positioniert, über die der Schall innerhalb des Schallkanals erfaßbar ist. Ziel dieser Anordnung ist es, einen Gradientenempfänger zu realisieren, mit dem ein Schallsignal an mindestens zwei verschiedenen Stellen, d. h. also nach unterschiedlichen Signallaufzeiten innerhalb eines Schallkanals erfaßt wird. Die Signallaufzeiten treten dadurch auf, daß ein Schallsignal durch die jeweilige Öffnung in den Schallkanal zeitlich unterschiedlich eintritt und demzufolge von Mikrofonen nach unterschiedlichen Zeiten erfaßt wird. Aufgrund des Einsatzes eines Schallkanals läßt sich eine gute Abschirmung der im Inneren des Schallkanals befindlichen Bauteile erzielen, da die Schalleinlaßöffnungen im Endbereich des Schallkanals angeordnet werden können, wo sie hinsichtlich der Abschirmbarkeit keinen Nachteil darstellen. Desweiteren bietet die Erfindung Vorteile hinsichtlich einer günstigen Anordnung von Bedienelementen und somit des Bedienungscomforts der Hörhilfe.

Im übrigen kommt es zu weniger Rückkopplungen, da sich die Mikrofonöffnung nicht im Bereich der Be-

dienoberfläche befindet.

Um die Richtung des Schalls, welcher über den Schallkanal zu unterschiedlichen Zeiten durch die Mikrofone erfaßt wird, korrekt bestimmen zu können, ist erfindungsgemäß vorgesehen, die Mikrofone in einem festgelegten Abstand zueinander zu positionieren. Durch die Wahl des Abstands kann festgelegt werden, welcher Frequenzbereich geortet wird.

Eine zweckmäßige Ausgestaltung der Erfindung umfaßt insgesamt zwei Öffnungen, wobei jeder Öffnung des Schallkanals ein Mikrofon zugeordnet ist.

Eine alternative Ausgestaltung der Erfindung betrifft eine Hörhilfe mit mehr als zwei Mikrofonen, wobei die Mikrofone paarweise verschaltbar sind. Eine Mikrofon kann bei einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung als Basismikrofon vorgesehen sein. Ferner ist es auch denkbar, einander zugeordnete Mikrofonpaare zu bilden, wobei die Zuordnung fest oder variabel sein kann. Durch Auswahl der Zuordnung zweier Mikrofone zu einem Paar läßt sich jeweils ein bestimmter Frequenzbereich festlegen. Beispielsweise können die beiden äußeren Mikrofone innerhalb des Schallkanals den Tief- und Hochfrequenzbereich erfassen, wohingegen bei Umschaltung der Zuordnung, z. B. eines äußeren zu einem mittleren Mikrofon, ein Hochfrequenzbereich erfaßt werden kann.

Beim Einsatz eines Mikrofons als Basismikrofon kann die Anzahl von Mikrofonen gering gehalten werden, da lediglich die Ortung des Schalls bzw. die Erfassung des Referenzsignals über das als Basismikrofon dienende Mikrofon erfolgt. Diese Ausgestaltung ist insbesondere im Hinblick auf die Erfordernisse nach kleinen Abmessungen vorteilhaft.

Durch variables Verschalten von Mikrofonen zu Mikrofonpaaren wird es möglich, die Richtcharakteristik zu verändern.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist den einzelnen Mikrofonen jeweils ein eigener Verstärker zugeordnet, wodurch die Verstärkungssignale jeweils frequenzbereichsbezogen verarbeitet werden können.

Werden die Öffnungen an der Vorder- und Rückseite des Schallkanals, insbesondere im Stirnseitenbereich desselben vorgesehen, können zum einen die Bedienelemente gut zugänglich an der Oberseite des Schallkanals platziert werden, zum anderen werden aufgrund dieser Anordnung Rückkopplungseffekte z. B. aufgrund der Hand des Trägers bei der Einstellung vermieden. Zudem können Schuppen, Staub oder dgl. nicht unmittelbar in den Schallkanal gelangen oder die Mikrofone in ihrer Funktion beeinträchtigen. Darüber hinaus verschmutzen die Mikrofone, da sie sich an der Innenseite des Schallkanals befinden, nicht so schnell. Ferner steht die gesamte Oberseite zur Anbringung von Bedienelementen zur Verfügung, wodurch die Verwendung größerer, d. h. insbesondere griffgünstigerer Bedienelemente möglich wird sowie sich eine ergonomisch günstigere Anordnung derselben anbietet.

Durch Änderung der Position der Öffnung am Gerät läßt sich eine Anpassung an bestimmte Hörsituationen erreichen, indem durch Veränderung der Position der Öffnungen am Gerät eine Veränderung des mit der Hörhilfe erfaßbaren Frequenzbereichs eintritt.

Zur Vermeidung einer Verschmutzung der Mikrofone und/oder des Schallkanals sind die Öffnungen zweckmäßigerweise mit einer Schutzabdeckung versehen, die z. B. aus Kunstfaser bestehen kann und das Eindringen von Feuchtigkeit und Schmutz in den Schallkanal ver-

hindert.

Zur Vermeidung einer nachteiligen Beeinträchtigung durch Störfelder, beispielsweise bedingt durch Funktelefonie, ist der Schallkanal zweckmäßigerweise mit einem strahlungsabschirmenden Material, insbesondere einer Metallisierung versehen. Die Abschirmung kann aufgrund der erfindungsgemäßen Ausbildung des Schallkanals über seine Hauptoberflächen nahezu vollständig vorgesehen sein, wodurch eine wirksame Strahlungsabschirmung erzielt wird. Die Abschirmung befindet sich in besonderer Ausgestaltung der Erfindung an der Innenseite des Schallkanals und ist daher vor mechanischen Einflüssen geschützt.

Für eine besonders miniaturisierte Ausführungsform der Hörhilfe ist zweckmäßigerweise vorgesehen, den Schallkanal als integralen Bestandteil des Gehäuses auszubilden. Desweiteren kann der Schallkanal aber auch als Bestandteil eines Brillenbügels vorgesehen sein.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß der Schallkanal flexibel ist. Durch Änderung der Geometrie des Schallkanals kann zweckmäßigerweise der zu erfassende Frequenzbereich geändert werden.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, daß sogenannte Silicium-Mikrofone eingesetzt werden können. Diese und die Integration weiterer Schaltungsteile auf demselben Chip, aus dem das Mikrofon realisiert wurde, erlauben einen hohen Miniaturisierungsgrad.

Darüber hinaus haben Silicium-Mikrofone eine geringe Leistungsaufnahme und verminderte Störempfindlichkeit insbesondere gegenüber elektromagnetischen Feldern. Sofern Silicium-Mikrofone von einem identischen Wafer gefertigt worden sind, sind ihre Signalaufnahmeigenschaften nahezu identisch, was für die Ermittlung der Signallaufzeitunterschiede unter Verwendung einer Mehrzahl von Mikrofonen innerhalb des Schallsignals von erheblichem Nutzen ist.

Im Rahmen der Erfindungsidee können Silicium-Mikrofone mit integriertem Analog/Digital-Umsetzer eingesetzt werden, so daß sich auch der Analog/Digital-Umsetzer innerhalb des Schallkanals befindet. Hierdurch lassen sich mögliche elektromagnetische Störungen gegenüber welchen konventionelle Mikrofone mit externem Analog/Digital-Umsetzer anfällig sind, weiter minimieren.

Die Erfindung wird anhand der nachstehenden Zeichnungsfiguren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Hörhilfe mit zwei Mikrofonen in Teilschnittdarstellung;

Fig. 2 eine weitere Ausgestaltung der Erfindung unter Verwendung von insgesamt vier Mikrofonen ebenfalls in Teilschnittdarstellung;

Fig. 3 eine Darstellung des Endabschnitts des Schallkanals mit positionsveränderbarer Öffnung sowie

Fig. 4 eine Ausgestaltung der Erfindung, bei der der Schallkanal in einen Brillenbügel integriert ist.

Bezugsziffer 11 bezeichnet die erfindungsgemäße Hörhilfe in ihrer Gesamtheit. Sie umfaßt an der Oberseite des Gehäuses 8 einen länglichen, schlauchartigen Schallkanal 3. Im Inneren des Schallkanals 3 sind zwei Mikrofone 1, 2 in einem fest vorgegebenem Abstand zueinander angeordnet.

Bezugsziffer 12 bezeichnet die erfindungsgemäße Hörhilfe in ihrer Gesamtheit. Sie umfaßt ein in Fig. 1 lediglich schematisch dargestelltes Gehäuse 8 sowie einen auf das Gehäuse 8 aufgesetzten Schallkanal 3.

Der Schallkanal 3 ist leicht gekrümmt geformt und besitzt an seiner Vorder- sowie Rückseite jeweils eine Öffnung 4, 5. Die Öffnungen 4, 5 befinden sich jeweils im

Stirnseitenbereich des Schallkanals 3.

Im äußeren Bereich des Schallkanals 3 sind Bedienelemente 6, 7 zur Veränderung gewisser Parameter wie z. B. Verstärkung oder Empfindlichkeit vorgesehen. Im unteren Bereich des Gehäuses befinden sich die zur Signalverarbeitung erforderlichen (nicht dargestellten) Komponenten, wie z. B. Verstärkungselemente, Filter und dgl.

Zur Vermeidung eines Eindringens von Schmutz sind die beiden stirnseitigen Öffnungen 4, 5 des Schallkanals 3 jeweils mit einer Schutzabdeckung 9 bzw. 10 (vgl. schraffierter Bereich in Fig. 1) versehen.

Ferner ist — wie durch den punktierten Bereich in Fig. 1 angedeutet — die Innenwand 14 des Schallkanals 3 mit strahlungsabschirmendem Material 10, z. B. einer Metallisierung 20 versehen. Hierbei ist in vorteilhafterweise der strahlungsabschirmende Effekt nicht nur auf den Schallkanal 3 selbst begrenzt, sondern erstreckt sich aufgrund der geometrischen Anordnung des Schallkanals 3 im oberen Bereich des Gehäuses 8 auch auf die im Gehäuse 8 befindlichen Komponenten der Hörhilfe 11.

Die Mikrofone 1 können hierbei zweckmäßigerweise als sogenannte "Silicium-Mikrofone" ausgebildet sein. Diese Silicium-Mikrofone können darüber hinaus mit einem integrierten Analog/Digital-Umsetzer kombiniert sein.

Von einem Sender 15 erzeugte Schallsignale treffen auf die Hörhilfe 11 auf und gelangen über die Öffnungen 4, 5 in den Schallkanal 3. Bedingt durch den unterschiedlichen Abstand der Mikrofone 1, 2 zu den Öffnungen 4, 5 wird der Schall, welcher z. B. durch die Öffnung 5 einläuft, zuerst vom Mikrofon 2 und dann vom Mikrofon 1 erfaßt. Der als Signallaufzeit bezeichnete Unterschied zwischen der jeweiligen Erfassung des Schallsignals eröffnet die Möglichkeit, Schallsignale aus einer bestimmten Richtung zu bevorzugen.

Über eine (nicht dargestellte) Signalverarbeitungseinrichtung wird das erfaßte Schallsignal derart aufbereitet, daß eine Zuordnung des Signals zu einer bestimmten Richtung möglich wird.

Die in Fig. 2 dargestellte Ausgestaltung einer Hörhilfe zeichnet sich dadurch aus, daß mehrere Mikrofone 1, 1a, 2, 2a entlang des Schallkanals 3 in bestimmten Abständen zueinander angeordnet sind. Zur Erfassung der Schallrichtung sind die Mikrofone paarweise geschaltet. So sind die in Fig. 2 außen angeordnete Mikrofone 1 sowie 2a — wie durch die Verbindungslinien angedeutet — zusammengeschaltet, um den Tieffrequenzbereich zu erfassen, wohingegen die in der Mitte angeordneten Mikrofone 1a, 2 als Mikrofonpaar beschaltet sind, um den Hochfrequenzbereich zu erfassen.

Durch Auswahl bestimmter Mikrofonpaare und/oder Positionierung der Mikrofone zueinander läßt sich jeweils ein bestimmter Frequenzbereich mit der Hörhilfe erfassen. Hierbei können jeweils fest zueinander stehende Mikrofonpaare vorgesehen sein. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, Mikrofone jeweils einstandspezifisch in ihrer paarweisen Zuordnung veränderbar zu schalten.

Die Mikrofone 1, 1a, 2, 2a sind mit eigenen dem jeweiligen Mikrofon zugeordneten (nicht dargestellten) Verstärkern versehen, so daß die Verstärkungssignale jeweils frequenzbereichsbezogen verarbeitet werden können.

Fig. 3 zeigt eine besondere Ausgestaltung der Hörhilfe, bei der die Position der Öffnung 19 entlang des Schallkanals 3 veränderbar ist. Bei der besonderen Ausgestaltung gemäß Fig. 3 ist ein Langloch 16 vorgesehen,

über dem ein Schieber 18 mit Öffnung 19 angebracht ist. Durch Verschiebung des Schiebers 18 entlang des Langlochs 16 bewegt sich die Öffnung 19 in einem vorbestimmten Bereich, wodurch sich die Position der Öffnung 4 verändert.

Fig. 4 zeigt eine Ausgestaltung der Erfindung, bei der der Schallkanal 3 als Bestandteil eines Brillenbügels 12 mit in den Brillenbügel 12 integrierten Schallkanal 3 ausgebildet ist. Der Schallkanal 3 umfaßt insgesamt vier Mikrofone 1, 1a, 2, 2a.

Die Öffnungen im jeweiligen Schallkanal 3 sind mit den Bezugsziffern 4, 4a, 5, 5a gekennzeichnet. Der Schallkanal 3 ist wie bei den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen auch hier an seiner Innenseite mit strahlungsabschirmenden Material, insbesondere einer Metallisierung 20, versehen. Die Bedienelemente 6, 7 können sich an der Oberseite des Brillenbügels 12 befinden.

#### Patentansprüche

1. Richtungsempfindliche Hörhilfe mit einem Gehäuse, mindestens einer Signalverarbeitungseinrichtung, mindestens einem mit der Signalverarbeitungseinrichtung in Verbindung stehenden Mikrofon und mindestens einer Schallöffnung, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hörhilfe einen Schallkanal (3) aufweist, der Schallkanal (3) mindestens zwei Öffnungen (4, 5) umfaßt und entlang des Schallkanals (3) mindestens zwei Mikrofone (1, 2) positioniert sind, über die der Schall innerhalb des Schallkanals (3) erfaßbar ist und anhand der Schalllaufzeit Unterschiede innerhalb des Schallkanals (3) die Richtung des Schalls feststellbar ist.
2. Hörhilfe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Mikrofone (1, 2) in einem festgelegten Abstand zueinander positioniert sind.
3. Hörhilfe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß insgesamt zwei Öffnungen (4, 5) vorgesehen sind.
4. Hörhilfe nach Anspruch 1—3, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwei Mikrofone (1, 2) vorgesehen sind und jedes Mikrofon (z. B. 2) einer Öffnung (z. B. 5) des Schallkanals (3) zugeordnet ist.
5. Hörhilfe nach den Ansprüchen 1—3, **dadurch gekennzeichnet**, daß mehr als zwei Mikrofone (1), (1a), (2), (2a) vorgesehen sind und daß ein Mikrofon (z. B. (1)) als Basismikrofon dient, welches wahlweise mit je einem weiteren Mikrofon (z. B. (2)) paarweise verschaltbar ist.
6. Hörhilfe nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1—4 sowie 5, 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß mehrere Mikrofonpaare (1, 1a; 2, 2a) vorgesehen sind und jedes Mikrofonpaar (z. B. (1), (1a)) einen bestimmten Frequenzbereich zugeordnet ist.
7. Hörhilfe nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zuordnung der Mikrofone (1, 1a; 2, 2a) zu Mikrofonpaare veränderbar ist.
8. Hörhilfe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß den einzelnen Mikrofonen (1, 1a; 2, 2a) jeweils ein eigener Verstärker zugeordnet ist.
9. Hörhilfe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß je eine Öffnung (z. B. (4), (5)) des Schallkanals (3) an der Vorderseite (6) sowie an der Rückseite (7) des Schallkanals (3), insbesondere an dessen jeweiliger Stirnseite vorgesehen ist.

10. Hörhilfe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Position der Öffnungen (4, 5) am Gehäuse (8) veränderbar ist.

11. Hörhilfe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Öffnungen (4, 5) mit einer Schutzabdeckung (9) versehen sind.

12. Hörhilfe nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schutzabdeckung (9) wasserabweisend ist.

13. Hörhilfe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schallkanal (3) mit einem strahlungsabschirmenden Material versehen ist.

14. Hörhilfe nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß das strahlungsabschirmende Material sich an der Innenwand (14) des Schallkanals (3) befindet.

15. Hörhilfe nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß das strahlungsabschirmende Material eine Metallschicht ist.

16. Hörhilfe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schallkanal (3) integraler Bestandteil des Gehäuses (8) ist.

17. Hörhilfe nach einem der Ansprüche 1—15, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schallkanal (3) Bestandteil eines Brillenbügels (17) ist.

18. Hörhilfe nach einem der Ansprüche 1—15, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schallkanal (3) flexibel ist.

19. Hörhilfe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Mikrofone (1, 2) Silicium-Mikrofone sind.

20. Hörhilfe nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Silicium-Mikrofone einen integrierten Analog/Digital-Umsetzer aufweisen.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

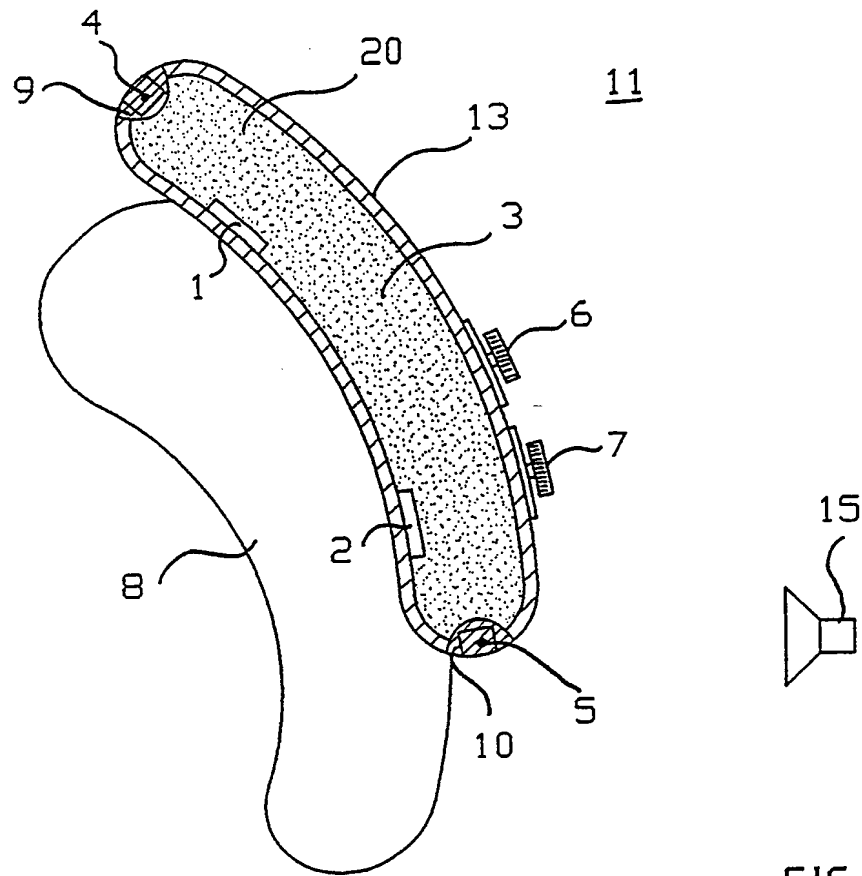


FIG. 1

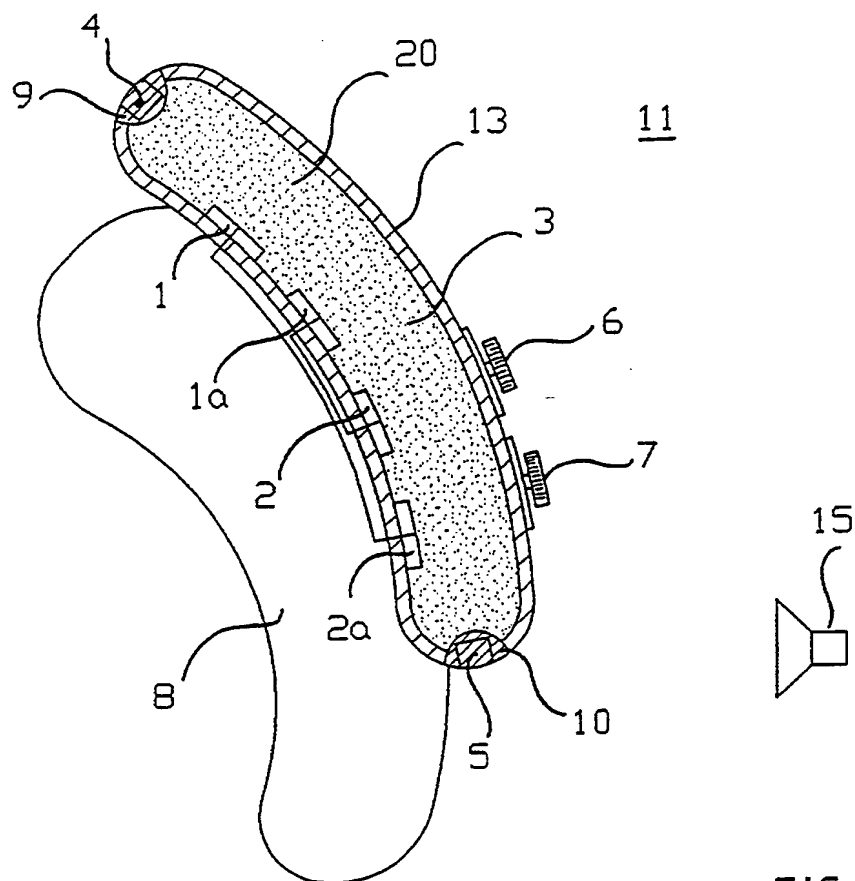


FIG. 2

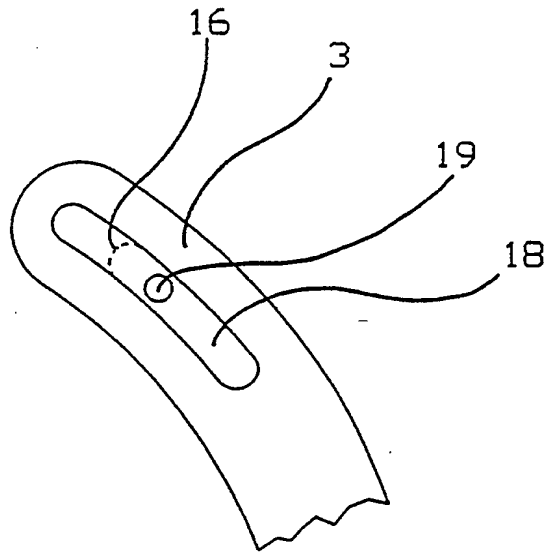
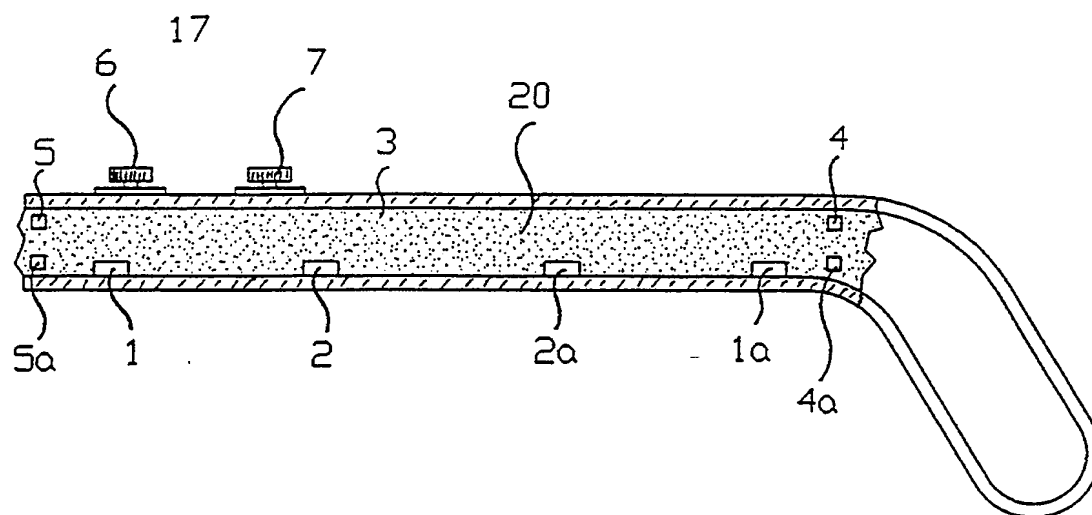


FIG. 3



11

FIG. 4